

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-125474

(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl.

H05B 33/26

H05B 33/22

(21)Application number : 08-299747

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 24.10.1996

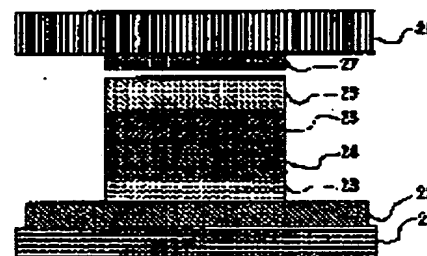
(72)Inventor : ARAI MICHIO

## (54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide such an organic electroluminescent element as being free of any deterioration caused by oxidation of a negative electrode, capable of giving treatment individually to a color filter and on organic electroluminescent element, being easy in manufacture and having high efficiency.

**SOLUTION:** A substrate 21, and a negative electrode, a luminescent layer 24 and a positive electrode 26 sequentially provided on this substrate 21 are provided and the negative electrode is provided with a dielectric layer 22 installed on the side opposite to the luminescent layer 24 and a non-dielectric layer 23 which is an oxide provided on the side of the luminescent layer 24 and having a thickness less than 5mm, work function less than 4eV and the oxide is an organic electroluminescent element including more than one kind of MgO, CaO, SrO, BaO, Li<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O and La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-125474

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) IntCl<sup>6</sup>

H 0 5 B 33/26  
33/22

識別記号

F I

H 0 5 B 33/26  
33/22

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-299747

(22) 出願日 平成8年(1996)10月24日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 荒井 三千男

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

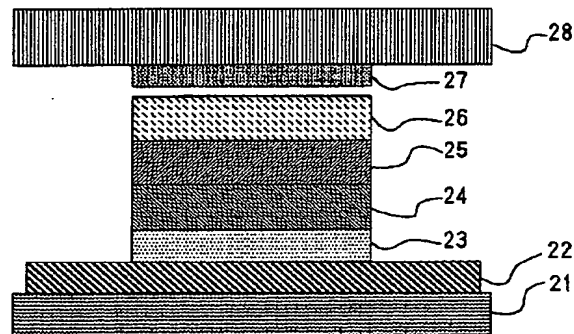
(74) 代理人 弁理士 石井 陽一

(54) 【発明の名称】 有機EL発光素子

(57) 【要約】

【課題】 陰電極の酸化による劣化がなく、カラーフィルターと有機EL素子とを独立に取り扱うことができ、製造が容易で、高効率な有機EL発光素子を提供する。

【解決手段】 基板と、この基板上に順次設けられた陰電極、発光層、陽電極とを有し、前記陰電極は発光層と反対側に設けられた導電体層と、発光層側に設けられた酸化物であって厚さ5nm未満、仕事関数4eV以下の非導電体層とを有し、前記酸化物はMgO、CaO、SrO、BaO、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>OおよびLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のうちの1種以上である有機EL発光素子とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、この基板上に順次設けられた陰電極、発光層、陽電極とを有し、

前記陰電極は発光層と反対側に設けられた導電体層と、発光層側に設けられた酸化物であって厚さ 5nm 未満、仕事関数 4 eV 以下の非導電体層とを有する有機 EL 発光素子。

【請求項 2】 前記酸化物は MgO、CaO、SrO、BaO、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O および La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のうちの 1 種以上である請求項 1 の有機 EL 発光素子。

【請求項 3】 前記陽電極は亜鉛をドーブした酸化インジウムを含有する請求項 1 または 2 の有機 EL 発光素子。

【請求項 4】 前記導電体層と非導電体層との間にバッファ層を有する請求項 1～3 のいずれかの有機 EL 発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、有機化合物を用いた有機 EL 発光素子（以下、有機 EL 素子ともいう）に関し、さらに詳細には、発光層に電子を供給する陰電極の材料および構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、有機 EL 発光素子が盛んに研究されている。これは、例えば図 2 に示すように、ガラス基板 31 上に錫ドーブ酸化インジウム（ITO）などの透明電極（陽電極）32 を形成し、その上にテトラフェニルジアミン（TPD）などのホール輸送層 33 を蒸着等により薄膜とし、さらにアルミキノリノール錯体（Alq<sub>3</sub>）などの蛍光物質を発光層 34 として積層し、さらに Mg などの仕事関数の小さな金属電極（陰電極）35 を形成した基本構成を有する素子で、10V 前後の電圧で数 100～1000 cd/cm<sup>2</sup> ときわめて高い輝度が得られることで注目されている。

【0003】 このような有機 EL 素子をカラー方式の表示装置として使用する場合、上記構成に加えてカラーフィルターが必要である。この、カラーフィルターをガラス基板 31 の有機 EL 素子積層体と反対側の面（出射面）に設けるようにすると、有機 EL 素子のパターンニングを行って有機 EL 素子が完成した後にフィルターのパターンと一致させることができ製造が容易である。しかし、ガラス基板 31 の厚みがあるため、有機 EL 素子から発した光がこのガラス基板内で散乱あるいは拡散し、対応するカラーフィルター以外の部位にも光が漏れるという現象が生じてしまう。一方、ガラス基板 31 の有機 EL 素子側の面に、積層体の下地層としてフィルターを設けることにすれば、フィルターのパターンに合わせて有機 EL 素子をパターンニングし、成膜しなければならず、非常に困難な作業が要求されることとなってしまう。

【0004】 有機 EL 素子のカラーディスプレイへの応用や、発光した光を陰電極と陽電極の双方から取り出す試みとしては、例えば SID 96 DIGEST・185 14.2: Novel Transparent Organic Electroluminescent Devices G. Gu, V. Bulovic, P. E. Burrows, S. Forrest, M. E. Thompson に記載されたカラー発光素子や、発光層側に Ag・Mg 薄膜を、その反対側に ITO を用いた陰電極が知られている。しかし、ここに記載されているカラー発光素子（heterostructure organic light emitting devices）は、R、G、B 各々に対応した発光層（Red ETL, Green ETL, Blue ETL）を有する多層構造であり、しかも ITO を使用した陰電極、陽電極の場合、ITO は成膜直後の膜では低抵抗とならないため、効率が低下してしまう。ITO を室温で低抵抗とするためには、さらに加熱処理を行わなければならないが、150℃前後まで加熱した場合、有機 EL 素子構造体がダメージを受け機能が損なわれてしまうという問題があった。

【0005】 ところで、陰電極と陽電極の配置を逆転し、基板側に陰電極を配置して、基板と反対側である陽電極側から発光した光を取り出す構造（以下、逆積層という場合がある）とすることも考えられる。しかしながら、上記の Ag・Mg や低仕事関数の金属等の陰電極を用いて逆積層の有機 EL 素子を製造しようとした場合、例えば基板に Ag・Mg を形成した素体をパターンニング時に取り扱わなければならないが、Ag・Mg が極めて酸化しやすいため、事実上そのような作業ができず、このような構造での有機 EL 素子は製造することができなかった。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、陰電極成膜時や成膜後の酸化による劣化がなく、カラーフィルターと有機 EL 素子とを独立に取り扱うことができ、製造が容易で、高効率な有機 EL 発光素子を提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 このような目的は、下記の本発明により達成される。

(1) 基板と、この基板上に順次設けられた陰電極、発光層、陽電極とを有し、前記陰電極は発光層と反対側に設けられた導電体層と、発光層側に設けられた酸化物であって厚さ 5nm 未満、仕事関数 4 eV 以下の非導電体層とを有する有機 EL 発光素子。

(2) 前記酸化物は MgO、CaO、SrO、BaO、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O および La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> のうちの 1 種以上である上記 (1) の有機 EL 発光素子。

(3) 前記陽電極は亜鉛をドーブした酸化インジウムを含有する上記 (1) または (2) の有機 EL 発光素子。

(4) 前記導電体層と非導電体層との間にバッファ層を有する上記 (1)～(3) のいずれかの有機 EL 発

光素子。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的構成について詳細に説明する。

【0009】本発明の有機EL発光素子は、陰電極と陽電極とこれらの間にある発光層とを有し、前記陰電極は発光層と反対側に導電体層と、発光層側に酸化物であって厚さ5nm未満、仕事関数4eV以下の非導電体層とを有する。このように、酸化物からなる非導電層を設けることにより、有機EL素子のパターンニング時に、有機物層等を積層する陰電極がすでに酸化物で覆われていることとなり、陰電極の酸化に関しては無視して取り扱うことができ、逆積層構造の有機EL素子が製造可能となる。

【0010】前記陰電極の導電体層の金属としては、特に限定するものではないが好ましくはTi、Al、Cu、Ni、Ag、Au、Pt、Pd、Ir、Cr、Mo、W、Ta等の遷移金属元素、錫ドープインジウム（ITO）、亜鉛ドープインジウム（IZO）等の導電性酸化物が挙げられる。さらにTiまたはCr、あるいはこれらの窒化物が好ましい。TiまたはCr、あるいはこれらの窒化物を用いると、境界面でのオーミック性が改善される。

【0011】このような導電体層の厚さは、電子注入を十分行える一定以上の厚さを有すれば良く、好ましくは50～500nm、特に50～300nmの範囲が好ましい。導電体層に用いる金属の抵抗率は $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ の範囲が好ましい。

【0012】この導電体層は蒸着法等によっても形成できるが、好ましくはスパッタ法、さらにはDCスパッタ法により形成することが好ましい。DCスパッタ装置の電力としては、好ましくは0.1～4W/cm<sup>2</sup>、特に0.5～1W/cm<sup>2</sup>の範囲が好ましい。

【0013】スパッタガスとしては特に限定するものではなく、Ar、He、Ne、Kr、Xe等の不活性ガス、あるいはこれらの混合ガスを用いればよい。このようなスパッタガスのスパッタ時における圧力としては、通常0.1～20Pa程度でよい。

【0014】非導電体層の仕事関数を4eV以下にできる酸化物としては、例えば、MgO、CaO、SrO、BaO、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CeO<sub>2</sub>等が挙げられ、好ましくは、MgO、CaO、SrO、BaO、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の1種、または2種以上が挙げられる。このような酸化物を2種以上用いる場合その混合比は任意であり、またこれらの酸化物は通常化学量論組成で存在するが、O量はこの組成からある程度偏倚していても良く、前記各組成に対して±20%程度の範囲内であればよい。このような非導電体層中の酸化物の存在は、XRD（X線回折）から確認することができる。仕事関数を

4eV以下とすることにより、電子の注入効率が向上し、ひいては発光効率も向上する。

【0015】このような酸化物が発光層あるいは電子注入・輸送層と直接接するため、金属が接する場合と比べ発光層、電子注入・輸送層の安定性が向上し、しかも酸化物であるため、特別な保護層を設けることなく、ガラス封止層のみでの安定な動作が可能となる。

【0016】このような仕事関数が4eV以下の非導電体層の厚さは5nm未満であり、好ましくは2nm以下、より好ましくは1～2nmの範囲である。厚さが5nm以上の場合、トンネル効果による導電体層からの電子の注入が困難となる。厚さが2nm以下となると、トンネル効果による電子の注入効率が向上する。厚さが1nm未満の場合には、製造時の膜強度や電子輸送能力の点で問題がある。

【0017】この非導電体層は蒸着法等によっても形成できるが、スパッタ法、特にDCスパッタ法により形成することが好ましい。スパッタガス、その他の条件は上記の導電体層の場合に準ずればよい。なお、ターゲットとしては通常非導電体層と同一材料を用いる。

【0018】上記導電体層（例えばAl）と非導電体層（例えばLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）との界面での反応による導電体層の酸化を防止するため、両者の間にバッファ層を設けることが好ましい。このバッファ層には、好ましくはTi、Cr、Ta等の金属、あるいはこれらの窒化物を用いることが好ましい。バッファ層の厚さは1～10nm、好ましくは1～5nmの範囲がよい。

【0019】このような、発光層と反対側に金属である導電体層と、発光層側に酸化物であって厚さ5nm未満仕事関数4eV以下の非導電体層とを有する陰電極全体の厚さは、50nm以上、好ましくは100nm以上とすればよい。また、その上限値には特に制限はないが、通常膜厚は100～500nmの範囲でよい。

【0020】本発明において、陽電極として用いられる透明電極の材料は亜鉛ドープ酸化インジウム（IZO）である。そして、発光した光の透過率が80%以上となるように陽電極の厚さを決定することが好ましい。素子の信頼性を向上させるために駆動電圧を低くし、高効率化を図るために低抵抗率の陽極材料が必要であるが、このIZOは成膜直後の抵抗が十分低いため、加熱処理の必要がなく、有機EL素子が加熱により損傷を受けることもない。

【0021】このIZOは、通常In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とZnOとを化学量論組成で含有するが、O量は多少これから偏倚していてもよい。InO<sub>Y</sub>・ZnO<sub>Z</sub>とすると、Yは1.0～2.0、Zは0.8～1.2の範囲が好ましい。In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に対しZnOの混合比は、モル%で1～20%が好ましく、さらには5～12%が好ましい。その他にSn、Ti、Pb等が酸化物の形で、酸化物換算にして1モル%以下含まれていてもよい。

【0022】このIZO薄膜は共蒸着法等によっても形

成できるが、好ましくは $\text{In}_2\text{O}_3$ に $\text{ZnO}$ をドーブルしたターゲットを用いたDCスパッタ、あるいはRFスパッタ法により形成することが好ましい。スパッタ法により陰電極を成膜した場合、蒸着により成膜したものより発光輝度の経時変化が少ない。その投入電力としては、好ましくは $0.1 \sim 4 \text{ W/cm}^2$ の範囲が好ましい。

【0023】スパッタガスとしては特に限定するものではなく、 $\text{Ar}$ 、 $\text{He}$ 、 $\text{Ne}$ 、 $\text{Kr}$ 、 $\text{Xe}$ 等の不活性ガス、あるいはこれらの混合ガスを用いればよい。このようなスパッタガスのスパッタ時における圧力としては、通常 $0.1 \sim 20 \text{ Pa}$ 程度でよい。

【0024】このような $\text{IZO}$ 層の厚さは、電子注入を十分行える一定以上の厚さを有すれば良く、好ましくは $50 \sim 500 \text{ nm}$ 、さらには $50 \sim 300$ の範囲が好ましい。また、その上限は特に制限はないが、あまり厚いと剥離などの心配が生じる。厚さが薄すぎると、製造時の膜強度や電子輸送能力の点で問題がある。

【0025】本発明の有機発光素子は、基板上に陰電極と透光性のある陽電極とを有し、これらの電極に挟まれて、それぞれ少なくとも1層の電荷輸送層および発光層を有し、必要により保護層やフィルター層、最上層としてガラス封止層を有する。なお、電荷輸送層は省略可能である。そして、陰電極は、前述のとおり、発光層と反対側に導電体層と、発光層側に酸化物であって厚さ $5 \text{ nm}$ 未満、仕事関数 $4 \text{ eV}$ 以下の非導電体層とを有し、さらに陽電極として( $\text{In}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$ )等の透明電極を有するものである。

【0026】本発明の有機発光素子の構成例を図1に示す。同図に示されるEL素子は、基板21上に、導電体層22と非導電体層23とを有する陰電極、発光および電子注入輸送層24、正孔注入・輸送層25、陽電極26を順次有する。

【0027】さらに、陰電極の導電体層22と陽電極26にリード線を取り付けた後、必要に応じて基板21上の有機EL素子の周囲に樹脂等を設け、その上にフィルター層27とガラス封止層28を設けてカラーディスプレイとする。

【0028】本発明のEL素子は、図示例に限らず、種々の構成とすることができ、例えば発光層と陰電極との間に電子注入輸送層を介在させた構成とすることもできる。

【0029】陰電極や陽電極は前述のように成膜し、発光層等の有機物層は真空蒸着等により成膜することができるが、これらの膜のそれぞれは、必要に応じてマスク蒸着または膜形成後にエッチングなどの方法によってパターンニングでき、これによって、所望の発光パターンを得ることができる。さらには、基板が薄膜トランジスタ(TFT)であって、そのパターンに応じて各膜を形成することでそのまま表示および駆動パターンとすることもできる。最後にフィルター層やガラス封止層を設け

る。

【0030】基板材料としては特に限定するものではなく、積層する導電体層の材質等により適宜決めることができ、例えば、 $\text{Al}$ 等の金属材料や、ガラス、石英や樹脂等の透明ないし半透明材料、あるいは不透明であってもよく、この場合はガラス等のほか、アルミナ等のセラミックス、ステンレス等の金属シートに表面酸化などの絶縁処理を施したもの、フェノール樹脂等の熱硬化性樹脂、ポリカーボネート等の熱可塑性樹脂などを用いることができる。

【0031】次に、本発明のEL素子に設けられる有機物層について述べる。

【0032】発光層は、正孔(ホール)および電子の注入機能、それらの輸送機能、正孔と電子の再結合により励起子を生成させる機能を有する。発光層には比較的電子的にニュートラルな化合物を用いることが好ましい。

【0033】電荷輸送層は、陽電極からの正孔の注入を容易にする機能、正孔を輸送する機能および電子を妨げる機能を有し、正孔注入輸送層とも称される。

【0034】このほか、必要に応じ、例えば発光層に用いる化合物の電子注入輸送機能がさほど高くないときなど、前述のように、発光層と陰電極との間に、陰電極からの電子の注入を容易にする機能、電子を輸送する機能および正孔を妨げる機能を有する電子注入輸送層を設けてもよい。

【0035】正孔注入輸送層および電子注入輸送層は、発光層へ注入される正孔や電子を増大・閉じ込めさせ、再結合領域を最適化させ、発光効率を改善する。

【0036】なお、正孔注入輸送層および電子注入輸送層は、それぞれにおいて、注入機能を持つ層と輸送機能を持つ層とに別個に設けてもよい。

【0037】発光層の厚さ、正孔注入輸送層の厚さおよび電子注入輸送層の厚さは特に限定されず、形成方法によっても異なるが、通常、 $5 \sim 100 \text{ nm}$ 程度とすることが好ましい。

【0038】正孔注入輸送層の厚さおよび電子注入輸送層の厚さは、再結合・発光領域の設計によるが、発光層の厚さと同程度もしくは $1/10 \sim 10$ 倍程度とすればよい。電子もしくは正孔の、各々の注入層と輸送層を分ける場合は、注入層は $1 \text{ nm}$ 以上、輸送層は $20 \text{ nm}$ 以上とするのが好ましい。このときの注入層、輸送層の厚さの上限は、通常、注入層で $100 \text{ nm}$ 程度、輸送層で $100 \text{ nm}$ 程度である。このような膜厚については注入輸送層を2層設けるときの同じである。

【0039】また、組み合わせる発光層や電子注入輸送層や正孔注入輸送層のキャリア移動度やキャリア密度(イオン化ポテンシャル・電子親和力により決まる)を考慮しながら、膜厚をコントロールすることで、再結合領域・発光領域を自由に設計することが可能であり、発光色の設計や、両電極の干渉効果による発光輝度・発光

スペクトルの制御や、発光の空間分布の制御を可能にできる。

【0040】本発明のEL素子の発光層には発光機能を有する化合物である蛍光性物質を含有させる。この蛍光性物質としては、例えば、特開昭63-264692号公報等に開示されているようなトリス（8-キノリノラト）アルミニウム等の金属錯体色素が挙げられる。この他、これに加え、あるいは単体で、キナクリドン、クマリン、ルブレン、スチリル系色素、その他テトラフェニルブタジエン、アントラセン、ペリレン、コロネン、12-フタロペリノン誘導体等を用いることもできる。発光層は電子注入輸送層を兼ねたものであってもよく、このような場合はトリス（8-キノリノラト）アルミニウム等を使用することが好ましい。これらの蛍光性物質を蒸着等すればよい。

【0041】また、必要に応じて設けられる電子注入輸送層には、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム等の有機金属錯体、オキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体等を用いることができる。上述のように、電子注入輸送層は発光層を兼ねたものであってもよく、このような場合はトリス（8-キノリノラト）アルミニウム等を使用することが好ましい。電子注入輸送層の形成も発光層と同様に蒸着等によればよい。

【0042】なお、電子注入輸送層を電子注入層と電子輸送層とに分けて設層する場合は、電子注入輸送層用の化合物のなかから好ましい組合せを選択して用いることができる。このとき、陰電極側から電子親和力の値の大きい化合物の層の順に積層することが好ましい。このような積層順については電子注入輸送層を2層以上設けるときも同様である。

【0043】また、正孔注入輸送層には、例えば、特開昭63-295695号公報、特開平2-191694号公報、特開平3-792号公報、特開平5-234681号公報、特開平5-239455号公報、特開平5-299174号公報、特開平7-126225号公報、特開平7-126226号公報、特開平8-100172号公報、EP0650955A1等に記載されている各種有機化合物を用いることができる。例えば、テトラアリアルベンジシン化合物（テトラアリアルジアミンないしテトラフェニルジアミン：TPD）、芳香族三級アミン、ヒドラゾン誘導体、カルバゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、アミノ基を有するオキサジアゾール誘導体、ポリチオフェン等である。これらの化合物は2種以上を併用してもよく、併用するときは別層にして積層したり、混合したりすればよい。

【0044】正孔注入輸送層を正孔注入層と正孔輸送層

とに分けて設層する場合は、正孔注入輸送層用の化合物のなかから好ましい組合せを選択して用いることができる。このとき、陽電極（ITO等）側からイオン化ポテンシャルの小さい化合物の層の順に積層することが好ましい。また陽電極表面には薄膜性の良好な化合物を用いることが好ましい。このような積層順については、正孔注入輸送層を2層以上設けるときも同様である。このような積層順とすることによって、駆動電圧が低下し、電流リークの発生やダークスポットの発生・成長を防ぐことができる。また、素子化する場合、蒸着を用いているので1~10nm程度の薄い膜も、均一かつピンホールフリーとすることができるため、正孔注入層にイオン化ポテンシャルが小さく、可視部に吸収をもつような化合物を用いても、発光色の色調変化や再吸収による効率の低下を防ぐことができる。

【0045】正孔注入輸送層は、発光層等と同様に上記の化合物を蒸着すればよい。

【0046】Al等の基板上にTi等の導電体層を積層し、必要によりバッファ層を設け、その上にCaO等の非導電体層を厚さ5nm未満に積層して陰電極とし、この薄膜上にアルミキノリノール錯体などの発光材料を積層し、さらに、TPD等の正孔注入・輸送層を積層し、その上にIZO等の陽電極をスパッタ法にて積層し発光素子は、従来の有機EL素子とは陰極と陽極の位置関係が逆転し、ガラス封止側に発光した光を取り出すための陽極がある構成となる。

【0047】このため、有機EL素子形成後にフィルター層と封止ガラスとを設けることができ、有機EL素子とフィルターとが別個独立となり、カラーディスプレイとして製造する際の製造工程が簡単となり、歩留まりも向上する。

【0048】フィルター層は、特定の発光色に変換したり、カラーディスプレイとして使用する場合等に設ける。カラーディスプレイとして用いる場合、前述のようにパターン形成された有機EL素子に対応して赤、緑、青のフィルターマトリクスが装着される。このような赤、緑、青に対応したフィルターとして、例えば液晶ディスプレイ等で使用されるカラーフィルターを用いてもよいが、有機EL素子の発光した光の波長帯域に合わせてカラーフィルターの特性を調整し、取り出し効率・色純度を最適化すればよい。また、有機EL素子の材料等が光吸収するような短波長の光をカットできるカラーフィルターを用いることが好ましく、これにより素子の耐光性・表示のコントラストも向上する。このときカットする光は、緑の場合560nm以上の波長の光および480nm以下の波長の光であり、青の場合、490nm以上の波長の光であり、赤の場合、580nm以下の波長の光である。このようなカラーフィルターを用いることにより、CIE色度座標において好ましいx、y座標が得られる。カラーフィルターの膜の厚さは0.5~20μm

とすればよい。

【0049】また、フィルター層として、カラーフィルターに換え、あるいはこれと共に蛍光変換フィルターを用いてもよい。この蛍光変換フィルターは、有機EL素子の発光した光を吸収し、蛍光体から光を放出させることで発光色の変換を行うものである。このような蛍光変換フィルターは、通常バインダー、蛍光材料、光吸収材料等から構成されている。蛍光材料としては、例えば蛍光スペクトルの発光極大波長が、緑の場合490～550nm、青の場合、440～480nm、赤の場合、580～640nm程度のものが好ましい。

【0050】ガラス封止層としては、発光光の透過率が80%以上であれば良く、ガラスに限らず樹脂等の透明な材料を用い、湿気の侵入を防ぐために市販の低吸湿性の光硬化性接着剤、エポキシ系接着剤、シリコン系接着剤、架橋エチレン-酢酸ビニル共重合体接着剤シート等の接着性樹脂層を用いて、ガラス板等の封止板を接着し密封する。ガラス封止層の厚さは特に限定するものではなく、例えば所望の厚さのガラス板を接着すればよい。その際フィルター層と一体としたものを用いれば製造が容易である。この場合フィルター層が有機EL素子側になるようにする。

【0051】本発明の有機EL素子は、通常、直流駆動型のEL素子として用いられるが、交流駆動またはパルス駆動とすることもできる。印加電圧は、通常、5～20V程度とされる。

【0052】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例を比較例とともに示し、本発明をさらに詳細に説明する。

【0053】＜実施例1＞アルミ基板上に導電体層をTiをターゲットとして、DCスパッタ法にて導電体層を成膜、パターンニングした。この導電体層は1nmの厚さに成膜した。続けてスパッタ法にてCaOをターゲットとして非導電体層を、レート10nm/minで、1nmの厚さに成膜し、陰電極とした。このときのスパッタガスにはArを用い、スパッタ時のスパッタガス圧は1Paとした。また、投入電力は、100W、基板・ターゲット間は8cmであった。成膜された非導電体層をX線回折にて調べたところ、CaOのみのピークであった。

【0054】この陰電極を、中性洗剤、アセトン、エタノールを用いて超音波洗浄し、次いで煮沸エタノール中から引き上げて乾燥した。さらにこの陰電極表面をUV/O<sub>3</sub>洗浄した後、真空蒸着装置の基板ホルダーに固定して、槽内を1×10<sup>-4</sup>Pa以下まで減圧した。

【0055】次いで、減圧を保ったまま、Alq<sub>3</sub>：トリス（8-キノリノラト）アルミニウムを蒸着速度0.2nm/secで50nmの厚さに蒸着して、電子注入輸送・発光層とした。

【0056】さらに、減圧状態を保ったまま、N,N'-ジフェニル-N,N'-m-トリル-4,4'-ジア

ミノ-1,1'-ビフェニル(TPD)を蒸着速度0.2nm/secで55nmの厚さに蒸着し、正孔注入輸送層とした。

【0057】次いで、真空蒸着装置からスパッタ装置に移し、RFスパッタ法にて、ターゲットにIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>にZnOを5%ドーブしたのを用い、IZO透明電極薄膜を、レート50オングストローム/minで、170nmの厚さに成膜し、陽電極とした。このときのスパッタガスにはArを用い、ガス圧は室温で1Paとした。また、投入電力は周波数13.56MHzで1W/cm<sup>2</sup>、基板・ターゲット間は8cmであった。このときの透明電極のシート抵抗は17Ω/□であり、その膜組成はターゲットと同一であった。

【0058】最後に、保護層を設けることなく透明ガラスを接着してガラス封止層として設け、有機薄膜発光素子(EL素子)を得た。

【0059】この有機薄膜発光素子に直流電圧を印加し、10mA/cm<sup>2</sup>の一定電流密度で連続駆動させた。陽電極側から観察して初期には、8V、330cd/cm<sup>2</sup>の緑色(発光極大波長λ<sub>max</sub>=520nm)の発光が確認できた。輝度の半減時間は600時間で、その間の駆動電圧の上昇は1.7Vであった。また、ダークスポットの出現および成長は全くなかった。さらにその後も電流リークを起こさず、安定した発光を継続した。

【0060】なお、非導電体層であるCaO薄膜の仕事関数は1.86eVであった。

【0061】＜実施例2＞実施例1の有機EL素子において、陰電極の導電体層を形成した後、TiをターゲットとしてTiからなるバッファ層を1nmに成膜し、次いで実施例1と同様にしてCaOからなる非導電体層を、それぞれ1、2、3、4、5、7nmの厚さとし、その他は実施例1と同様にして有機EL発光素子を得た。各有機EL素子について発光輝度を実施例1と同様にして測定したところ以下のような発光輝度であった。

非導電体層の厚さ=1nm・・・発光輝度=330cd/cm<sup>2</sup>

非導電体層の厚さ=2nm・・・発光輝度=220cd/cm<sup>2</sup>

非導電体層の厚さ=3nm・・・発光輝度=130cd/cm<sup>2</sup>

非導電体層の厚さ=4nm・・・発光輝度=70cd/cm<sup>2</sup>

非導電体層の厚さ=5nm・・・発光輝度=30cd/cm<sup>2</sup>

非導電体層の厚さ=7nm・・・発光輝度=測定不能

なお、各EL素子の輝度の半減時間は700時間で、その間の駆動電圧の上昇は1.5Vであった。また、ダークスポットの出現および成長は全くなかった。さらにその後も電流リークを起こさず、安定した発光を継続した。

【0062】＜実施例3＞実施例1の有機EL素子において、非導電体層の材料としてCaOを用いるかわり

に、 $\text{MgO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$  をそれぞれ用い、その他は実施例 1 と同様にして有機 EL 素子を作製した。得られた有機 EL 素子について実施例 1 と同様に評価したところ、実施例 1 とほぼ同様の結果が得られた。なお、非導電体層における  $\text{MgO}$ 、 $\text{SrO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$  は X 線回折により確認された。

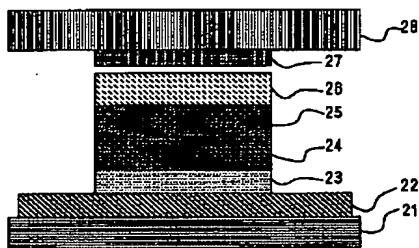
#### 【0063】

【発明の効果】本発明によれば、陰電極の酸化による劣化がなく、簡易なガラス膜封層でも安定性が高く、カラーフィルターと有機 EL 素子とを独立に取り扱うことができ、製造が容易になると共に、高効率な有機 EL 発光素子となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の有機 EL 素子の構成例を示す概念図である。

【図 1】



【図 2】従来の有機 EL 素子の構成例を示す概念図である。

#### 【符号の説明】

- 2 1 基板
- 2 2 導電体層
- 2 3 非導電体層
- 2 4 発光層
- 2 5 正孔注入・輸送層
- 2 6 陽極
- 2 7 フィルター層
- 2 8 ガラス封止層
- 3 1 基板
- 3 2 陽極
- 3 3 正孔注入・輸送層
- 3 4 発光層
- 3 5 陰極

【図 2】

